

特集1：健康食品を医学・薬学から考える**栄養学・栄養指導と健康食品**

武田 英二

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部医療栄養科学講座臨床栄養学分野

(平成19年8月31日受付)

(平成19年9月5日受理)

1. 栄養学および栄養指導の基盤

肥満やインスリン抵抗性を有するメタボリックシンドロームが増加しており、予防および治療のための食事が注目されている。米国では脂質摂取が減少し、糖質摂取が増加していることが肥満と関係している。しかし、日本ではエネルギー摂取量は変化ないが脂質摂取割合が増加していることが誘因とされている。

生活習慣病の予防や治療には、適正なエネルギー摂取が何よりも重要である。必要エネルギー量の算出方法は、標準体重×身体活動量（軽労作では25~30kcal/kg、普通の労作では30~35kcal/kg、重い労作では35kcal/kg以上）で、男性では1400~1800kcal、女性では1200~1600kcalの範囲にある。BMI（体重(kg)÷身長(m)²）が25以上の肥満者に対しては、1日につき300~500kcalのエネルギー摂取制限が必要である。BMIが35以上の患者に対しては、500~1,000kcalのエネルギー摂取制限も提案されている。総エネルギー量に示す主要栄養素エネルギーバランスとして日本では、炭水化物は50-70%、脂質は20-25%、タンパク質は10-15%、米国では炭水化物は50-60%、脂質は25-30%、タンパク質は15%が健康を保持するために最適とされている。

近年、ヒト試験で機能を評価した科学的エビデンスを有する食品が開発されている。これらは生活習慣病の予防や治療に活用できる可能性が高いことから、その科学的根拠について概説する。

2. 脂質代謝改善および抗肥満効果を有する食用オイル**1) エコナ（花王株式会社）**

エコナは、主成分がジアシルグリセロール（DAG）であり、食後の血中中性脂肪上昇抑制、体脂肪蓄積抑制

および血清コレステロール値を総合的に改善する特性を有する。食後の血中中性脂肪上昇抑制効果については、10名の健常男子を対象として検討された。ほぼ同じ脂肪酸組成のDAGまたはトリアシルグリセロール（TAG）を体重60kgあたり10g、20g、44g摂取した場合の血中中性脂肪値の変化を経時的に比較すると、DAGを摂取した場合、食後の血中中性脂肪値がTAG摂取時の約50%を示した¹⁾。動物実験で、TAG摂取に比べてDAG摂取後には体内での脂質の燃焼が促進され肝臓の脂肪酸β酸化酵素の遺伝子発現が増加し、活性が上昇すること、肝臓の脂肪酸合成に関与する酵素の活性が抑制された。

27~49歳の男性肥満者38名を被験対象とし、1日当たりの総摂取脂質量は50g、総摂取脂質量のうちの10gがDAG油またはTAG油として4ヵ月間摂取した。食事制限によって、両群とも体重・体脂肪量に減少が見られたが、8週目から、DAG摂取群の体重およびBMIがTAG摂取群に比べ、有意に減少した。またCT画像から算出した内臓脂肪量も4週目からDAG摂取群で統計的に有意に低下した²⁾。

米国人肥満患者（BMI30以上）の127名を対象に、DAGまたはTAGを6ヵ月間摂取した時の体脂肪動態を比較検討した。試験時の食事は適正摂取量から500-800kcalを減じた低カロリーとし、その結果、DAG摂取群はTAG摂取群と比較して、体重および体脂肪量は有意に減少した³⁾（図1）。

高中性脂肪血症を有する糖尿病患者に3ヵ月間投与した試験では、血中中性脂肪およびHbA1c濃度は低下した⁴⁾。血栓形成に関わる因子として注目されているPAI-1（Plasminogen Activator Inhibitor Type-1：プラスミノーゲン活性化抑制因子）は、開始3ヵ月目と比較して6ヵ月目および9ヵ月目において、有意に低下した。

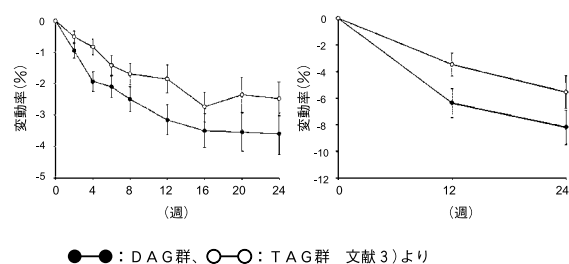


図1 DAGの体脂肪低減効果

2) ヘルシーリセッタ(日清オイリオグループ株式会社)

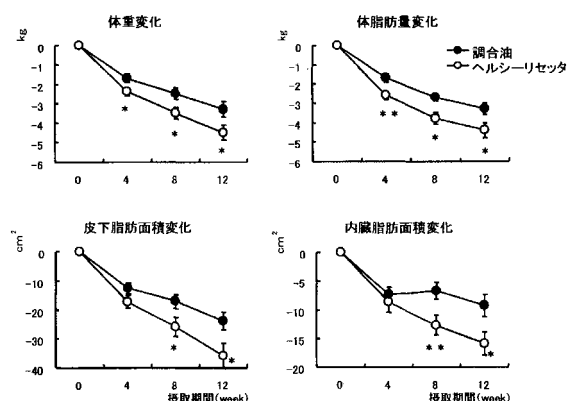
ヘルシーリセッタは、長鎖脂肪酸(LCT)の一部を酵素的作用により中鎖脂肪酸(MCT)に置き換える技術を用いて、1分子中にMCTとLCTを含有する中・長鎖トリアシルグリセロール(MLCT)が使用されている。MCTの栄養特性とともに、加熱調理も可能である。またMCTにはリノール酸などの必須脂肪酸が含まれていないため欠乏することがあるが、MLCTではこの心配はない。

MCTは炭素数が8~10個の飽和脂肪酸でLCTと比較して、以下の特徴が知られている。(1)消化管内での分解が極めて早く、速やかに吸収される。(2)腸管膜内でトリグリセリドへ再合成されることなく脂肪酸の形態で門脈から肝臓に移行される。(3)ミトコンドリア内外膜通過時にカルニチン輸送系に依存しない。(4)吸収、酸化が早くエネルギーとして利用されやすい。(5)食後の熱産生を増大する。

82名の健常者を用いて毎日の摂取エネルギーを2,200 Kcalとして、糖質、タンパク質および脂質のバランスを考慮した食事とともに、1.6gのMCTを含むヘルシーリセッタ14gを12週間摂取させた。コントロールとして菜種油と大豆油を7:3の割合で混合したLCTを用いた。その結果、摂取後12週間後の体重、体脂肪量、内臓脂肪面積、ウエスト周囲がコントロールに比べて有意に低下した⁵⁾(図2)。

3) 植物ステロール/スタノール

植物ステロールおよびスタノールは、コレステロールの胆汁酸によるミセル化を競合阻害することにより、コレステロールの吸収を阻害し、コレステロールを体外へ排泄すると考えられている。また胆汁由来のコレステロールに対しても作用する。植物ステロールにより小腸でのコレステロール吸収が阻害されると、カイロミクロ



FFI JOURNAL, Vol.210, No.2, 2005および文献3)より

図2 ヘルシーリセッタと調合油の肥満に対する効果の比較

ンとしてリンパへ放出されるコレステロール量が減少し、肝臓に流入するコレステロール量も低下する。したがってVLDLに取り込まれるコレステロール量が減り、結果的にLDLコレステロールの減少へとつながる。しかし肝臓では流入したコレステロール量の減少に伴い、コレステロールの生合成が増加する。そのため植物ステロールによる血漿コレステロール濃度低下作用は弱められる。しかし体内で生合成されたコレステロールが胆汁となり腸肝循環により再び吸収されるとき、植物ステロールはこの吸収を阻害する。したがって腸管におけるコレステロールの吸収阻害は血中コレステロール濃度に大きな効果を示すことになる⁶⁾。

血清総コレステロール濃度が180mg/dL以上の日本人成人男性を対象に、植物ステロール含有マヨネーズを15g与えることで、血清脂質濃度に及ぼす影響が検討された。その結果、血清コレステロール濃度が200mg/dL以上かつLDL-コレステロール(LDL-C)濃度が120mg/dL以上の被験者において、植物ステロール含有マヨネーズ摂取により、摂取前及び植物ステロール非含有マヨネーズに比べ、血清コレステロール濃度では4、8及び12週目、血清LDL-C及びアポリポタンパク質B濃度では8及び12週目で有意に低下した⁷⁾。

3、食後高血糖を抑制する流動食

1) グリセミックインデックス(GI)

GIとは、食品摂取後の血糖値の上がりやすさを表した指標であり、GI値が低いものほど、食後血糖の上昇が穏やかな食品である。低GI食品では、インスリンの

過剰分泌が生じないので、臓臓に負担がかからない。

2) 低 GI 流動食

近年、空腹時血糖が正常でも、食後高血糖が高値であれば死亡率は増加するという結果が報告された。糖尿病がそれほど進行していない場合でも、食後の高血糖は動脈硬化合併症を合併していると考えられる。したがって、食後高血糖を改善する方法としては、①消化吸収の速度を遅くすること、②インスリン抵抗性を改善すること、③活性酸素の発生を少なくすることである。食後高血糖抑制を提示しているインスロー（明治乳業株式会社）、グルセルナ（アボットジャパン株式会社）、タピオン（テルモ株式会社）の成分や機能は少しずつ異っている。

インスローはパラチノースが使用されている。スクロースの異性体で、小腸の微絨毛膜に存在するスクラーゼ・イソマルターゼ複合体の酵素反応によりゆっくり分解・吸収される。つまり、消化吸収が遅く、その消化速度はショ糖の1/5とされている。このことから、パラチノース摂取後の血糖値、インスリン濃度の上昇が緩やかである。また、長時間にわたって遊離脂肪酸濃度を低く抑えることができる⁸⁾。グルセルナの糖質はキシリトールが使用されている。糖アルコールの一種で、難消化性炭水化物であり、消化されにくく、また消化物の腸での通過速度が速く、腸末端からの吸収遅延から消化吸収される糖類由来の血糖上昇を低下させる。また、糖アルコールは満腹感が得られ摂取量が低下すると考えられている。タピオンは多糖類のタピオカデキストリンが使用されている。タピオカデキストリンの情報が少ない。デキストリンはブドウ糖が結合したもので、加熱酵素処理後、難消化性物質を分離・精製したもので、これは水溶性食物繊維に含まれる。

3) 低 GI 食の PFC 比について

インスロー、タピオン、グルセルナの PFC 比は著明に異なっている（表）。現在、糖尿病の場合に、最もよいとされている PFC 比はたんぱく質15～20%、脂質20～25%、糖質55%～60%、である。どの製品も基準より糖質の比率が低く、脂質の比率が高く、それはグルセルナにおいて特徴的である。

低脂質エネルギー制限食より低炭水化物食では3～6ヵ月は強い体重減少効果を示すが、12ヵ月以上では低炭水化物食の有効性は認められていない⁹⁻¹¹⁾。さらに、低炭水化物食では食事に対する愛着は低く、途中で試験から

表 インスロー、グルセルナ、タピオンの比較

	インスロー	グルセルナ	タピオン
エネルギー	1 kcal/ 1 ml 250ml	1 kcal/ 1 ml 250ml	1 kcal/ 1 ml 200ml
炭水化物	31.0g	20g	25.6g
タンパク質	12.5g	10.4g	8g
脂質	8.3g	3.5g	9g
食物繊維	3.8g	3.5g	3.6g
PFC 比	20 : 30 : 50	16 : 50 : 31	16 : 40 : 44
成分	パラチノース キシリトール オレイン酸 α -リノレン酸	果糖 マルトデキストリン オレイン酸	オリゴ糖、 タピオカデキストリン オレイン酸

棄権する割合も高い。高脂肪食および低炭水化物食は短期の血糖管理は可能であるが、長期摂取の効果については今後の検討が必要である。

文 献

- 1) Taguchi, H., Watanabe, H., Onizawa, K., Nagao, T., *et al.*: Double-blind controlled study on the effects of dietary diacylglycerol on postprandial serum and chylomicron triacylglycerol responses in healthy humans. *J. Am. Coll. Nutr.*, 19 : 789-796, 2000
- 2) Nagao, T., Watanabe, H., Goto, N., Onizawa, K., *et al.*: Dietary diacylglycerol suppresses accumulation of body fat compared to triacylglycerol in men in a double-blind controlled trial. *J. Nutr.*, 130 : 792-797, 2000
- 3) Maki, K. C., Davidson, M. H., Tsushima, R., Matsuo, N., *et al.* : Consumption of diacylglycerol oil as part of a reduced-energy diet enhances loss of body weight and fat in comparison with consumption of a triacylglycerol control oil. *Am. J. Clin. Nutr.*, 76 : 1230-1236, 2002
- 4) Yamamoto, K., Asakawa, H., Tokunaga, K., Watanabe, H., *et al.* : Long-term ingestion of dietary diacylglycerol lowers serum triacylglycerol in type II diabetic patients with hypertriglyceridemia. *J. Nutr.*, 131 : 3204-3207, 2001
- 5) Kasai, M., Nosaka, N., Maki, H., Negishi, S., *et al.* : Effect of dietary medium-and long-chain triacylglycer-

- ols (MLCT) on accumulation of body fat in healthy humans. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, **12** : 151-160, 2003
- 6) Sugano, M., Morioka, H., Ikeda, I. : A comparison of hypocholesterolemic activity of beta-sitosterol and beta-sitostanol in rats. *J Nutr.*, **107** : 2011-2019, 1977
- 7) 松岡亮輔, 圓島蘭子, 黒川晶範, 増田泰伸 他 : 植物ステロール含有マヨネーズの境界域及び軽度高コレステロール血症者の血清コレステロール濃度低下作用, *日本病態栄養学会誌*, **8** : 139-148, 2005
- 8) Arai, H., Mizuno, A., Sakuma, M., Fukaya, M., *et al.* : Effects of a palatinose-based liquid diet (Inslow) on glycemic control and the second-meal effect in healthy men. *Metabolism*, **56** : 115-121, 2007
- 9) Samaha, F. F., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K. L., *et al.* : A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N. Engl. J. Med.*, **348** : 2074-2081, 2003
- 10) Brehm, B. J., Seeley, R. J., Daniels, S. R., D'Alessio, D. A.: A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **88** : 1617-1623, 2003
- 11) Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., McGuckin, B. G., *et al.* : A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N. Engl. J. Med.*, **348** : 2082-2090, 2003

Nutritional consultation and functional food

Eiji Takeda

Department of Clinical Nutrition, Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School, Tokushima, Japan

SUMMARY

The need for medical treatment is expected to increase in aged society, but in many cases it may not improve the quality of life. Therefore, the goal of nutritional consultation is to improve or maintain quality of life before medical treatment is required. It is proposed that foods have three functions. The primary function is a nutritional function, which is essential to human survival. The secondary function is a sensory function involving both flavor and texture to satisfy sensory needs. The tertiary function is physiological functions such as regulation of biorhythms, control of aging, the immune system, and body defense. The project defined a functional food as a food having some tertiary function. Functional food is aimed at maintaining quality of life, and preventing as well as treating a growing number of life style related diseases.

Key words : nutritional consultation, functional food, life style related disease